

6D070200 – «Автоматтандыру және басқару»

мамандығының PhD докторанты

**Бегалиева Қаламқас Балтабековнаның**

«Сырықты пайдалану кезінде оның жылу физикалық күйін  
басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру» тақырыбындағы  
диссертациялық жұмысына

## **АҢДАТПА**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Бұл жұмыс көлденең қимасы тұрақты және ұзындығы шектеулі сыртықтың жылуфизикалық жағдайын зерттеуді автоматтандыруға арналған. Зерттеуді автоматтандыру процесі жылу көздерінің әсерін ескеретін энергияны сақтау заңдарына негізделген.

Температура өрісіне сырқтың геометриялық сипаттамаларының жылу көздері параметрлерінің сапалық және сандық әсерін зерттеу өзекті болып табылады. Себебі атом және жылу электр станцияларының көтеруші элементтерін, реактивті қозғалтқыштар мен ішкі жану қозғалтқыштарын тасымалдайтын өңдеу зауыттарының технологиялық желілерінің сенімді жұмысы, жылу көздеріне ұшыраған кезде осы элементтердің берік күйінің жылуына байланысты болады.

Сондықтан біртекті сырқтың центрі бойымен температураның қарқынды берілуімен жұмыс істейтін ұзындығы шектеулі сырқтың жылуфизикалық күйінің автоматтандырылған жүйесін жасау конструкциялардың тірек элементтеріндегі күрделі жылуфизикалық процестердің өзекті міндеті болып табылады. Бұл модельдер, екінші жағынан, энергияның сақталу заңдарына негізделуі керек.

Қазіргі уақытта жылу әсерінің деңгейлері үшін тиісті ыстыққа төзімді материалдарды таңдау өзекті мәселе болып табылады. Сондықтан ыстыққа төзімді өнімдердің сапасы мен беріктігін арттыру саласындағы ғылыми зерттеулер өзекті болып табылады. Қатты денелердегі жылу өткізгіштікті зерттеу көптеген еңбектерде қарастырылады.

Ұзындықтары шектеулі сырқтар қазіргі заманғы сутекті және реактивті қозғалтқыштарының, газ генераторларының, атомдық және жылуэлектр стансаларының, ғарыш кемелерінің энергетикалық қондырғылары, өңдеу өнеркәсібінің технологиялық желілері ретінде пайдаланылады. Жылу көздерінің әсерінен болатын ұзындығы шектеулі сырқтардың тұрақты жылуфизикалық жағдайын зерттеуге мүмкіндік беретін арнайы әдістер мен есептеу алгоритмдерін және қолданбалы бағдарламалар кешенін жасау өзекті мәселе болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты** – қимасы квадрат болатын зерттелетін сырқтың ұзындығы бойынша температураның таралуын анықтау алгоритмдері мен бағдарламаларын жасау.

**Міндеттері.** Зерттеуге қойылған қойылған мақсатқа жету үшін диссертациялық жұмыста келесі мәселелерді шешу қарастырылады:

- айырымдық схеманы қолдануға негізделген жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламаларын құру;
- Рунге-Кутта әдісін қолдануға негізделген жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламаларын құру;
- интегралдық теңдеулерге келтіруге негізделген жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламаларын құру;
- қимасы квадрат болатын сырықтың жылу өткізгіштік теңдеуіне кері (басқару) есебін шешу бағдарламасын құру.

**Зерттеу нысаны** – жылу көзінің әсерінен болатын, ұзындығы шектеулі және тұрақты көлденең қималы сырық болып табылады.

**Зерттеу пәні.** Қимасы квадрат болатын сырықтың жылу өткізгіштігінің математикалық модельдері.

**Зерттеу әдісі.** Дифференциалдық және интегралдық теңдеулер, математикалық физика және есептеу әдістері қолданылды. Бағдарламалық жасақтамада жүйелік және қолданбалы бағдарламалау әдістері қолданылады.

**Алынған ғылыми нәтижелердің жаңалығы:** интегралдық теңдеулерге келтіру негізінде жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламалары жасалынды, оның қасиеттері зерттелді және оның қолданылуына баға беріліп, сырықтың жылуфизикалық күйін басқарудың автоматтандырылған жүйесі құрылды.

**Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы.** Бұл жұмыстың ғылыми маңыздылығы, ең алдымен әртүрлі математикалық теорияларға негізделген квадрат қималы сырықтың жылу өткізгіштік теңдеуін шешудің алгоритмдері мен бағдарламаларын құруда: айырымдық әдісі, Рунге-Кутта және интегралдық теңдеулерге келтіру әдістері.

Ұсынылған алгоритмдердің қолдану мүмкіндігіне қатысты қасиеттері мен шектеулеріне баға берілді.

Пайдалану кезінде сырықтың жылу физикалық күйін басқарудың автоматтандырылған жүйесі жасалды.

Жылуфизикалық күйді автоматты басқарудың әзірленген технологиясын басқа физикалық құрылымы бар жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін (тиісті бейімделуден кейін) қолдануға болады.

Практикалық маңыздылығы – нақты уақыт режимінде сырық температурасының таралуын бағалау алгоритмдері мен бағдарламалық құралдарын жасау.

Оң экономикалық нәтиже техникалық өнімдердегі температураның өзгеруін алдын-ала болжауға арналған бағдарламалық құралдарға нарықта сұраныстың артуын ынталандыруға байланысты болады.

Осыған байланысты жылуөткізгіштік теңдеуін шешуге арналған алгоритмдер мен бағдарламаларды әзірлеу бойынша зерттеулер өзекті болып табылады.

**Қорғауға шығарылған негізгі тұжырым.** Зерттеу нәтижелері бойынша келесі міндеттер шешілді:

- айырымдық схемасын қолдануға негізделген жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламалары құрылды; оның қасиеттері зерттелді және оның қолданылуына баға берілді;

- Рунге-Кутта әдісін қолдануға негізделген жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламалары құрылды; оның қасиеттері зерттелді және оның қолданылуына баға берілді;

- интегралдық теңдеулерге келтіру негізінде жылу өткізгіштік теңдеуін шешу үшін есептеу алгоритмдері мен бағдарламалары құрастырылған, оның қасиеттері зерттелді және оның қолданылуына баға берілді;

- қимасы квадрат болатын сырықтың жылу өткізгіштік теңдеуіне кері (басқару) есебін шешу бағдарламасын құру.

- қимасы квадрат болатын сырықтың жылу өткізгіштік теңдеуінің тура есептерін шешуге арналған автоматтандырылған жүйе және жылу өткізгіштіктің кері есептерін шешудің кешенді бағдарламалары жасалды.

**Жұмыс көлемі мен құрылымы.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, және 5 тарау және қорытындыдан, пайдаланған әдебиеттер тізімінен және 5 қосымшадан тұрады. Диссертацияның толық көлемі 96 беттік компьютермен жазылған мәтінді құрайды, оның ішінде 14 сурет.

**Кіріспеде** диссертациялық жұмыстың таңдалған тақырыбының өзектілігіне негіздеме келтірілді. Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты, объектісі, пәні және міндеттері тұжырымдалды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері сипатталып, олардың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы көрсетілді. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелерін апробациялау туралы мәліметтер келтірілді.

**Бірінші бөлімде** Диссертациялық жұмыстың бірінші бөлімі қолданыстағы АБЖ шолу жасауға арналған. Сол бөлімде мәселенің жалпы сипаттамасы және жылу өткізгіштің теңдеуін зерттеуге арналған есептердің қойылымы берілген.

Диссертациялық жұмыстың **екінші бөлімінде** жылу өткізгіш теңдеуін айырымдық әдісімен шешуге арналған алгоритмдер мен бағдарламалардың жасалуы келтірілген.

**Үшінші бөлім** жылу өткізгіш теңдеуін Рунге-Кутта әдісімен шешуге арналған алгоритмдер мен бағдарламалардың жасалуына арналған.

**Төртінші бөлім** жылу өткізгіш теңдеуін интегралдық теңдеулер әдісімен шешуге арналған алгоритмдер мен бағдарламалардың жасалуына арналған.

**Бесінші бөлім** жылу өткізгіштік теңдеуінің кері есебін зерттеуге арналған.

**Қорытындыда** диссертацияның негізгі нәтижелері мен қорытындылары ұсынылған.

**Диссертация нәтижелерінің апробациясы.** Диссертациялық жұмыстың тақырыбына байланысты және орындау барысында қол жеткізген нәтижелер мен зерттеулер халықаралық ғылыми конференциялар мен семинарларда, Есептеуіш және ақпараттық технологиялар институтының жыл сайын өтетін ғылыми конференцияларында, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті «Ақпараттық технологиялар» факультеті, «Жасанды интеллект

және Big Data» кафедрасының ғылыми семинарларында, сонымен қатар төмендегі ғылыми-әдістемелік конференцияларда баяндалып талқыланды.

**Ғылыми жарияланымдар: в СКОПУС және БҒССК ҚР ҒЖБМ**

1. Anarbay Kudaykulov, Erkin Arinov, Nurlybek Ispulov, Abdul Qadir, Kalamkas Begaliyeva. Numerical Study of a Thermally Stressed State of a Rod // *Advances in Mathematical Physics*, 2019 – Vol., Article ID 8986010, P. – 9. <https://doi.org/10.1155/2019/8986010>

2. Zhumakhanova A.S., Nogaybaeva M.N., Askarova A., Arshidinova M.T., Begaliyeva K.B., Kudaykulov A., Tashev A.A. An analytical solution to the problem of the thermomechanical state of a rod of limited length, with simultaneous presence of end temperatures and lateral heat exchange // *Известия НАН РК, серия физико-математическая*, №1, 2018

3. Begaliyeva K.B., Arshidinova M., Arynov E.B., Kudaykulov A.K., Tashev A.A. The energy method for solving a nonlinear problem of thermo elasticity for a rod of variable cross section // *Bulletin of the Karaganda University – Mathematics*, №1 (93), 2019. – С.115-121.

4. Кудайкулов А, Ташев А., Аршидинова М., Бегалиева К., Аскарова А. Исследование и разработка метода учета наличия локальных поверхностных теплообменов в стержнях переменного сечения // *Вестник КазННТУ – технические науки*. №3 – 2019. – С.276-283.

5. Кудайкулов А, Калимолдаев М.Н., Ташев А.А., Аршидинова М.Т., Бегалиева К.Б. Шектеулі температура мен жылу окшаулағыш бір мезгілде болған кезде сырықтың термо-механикалық жай-күйін зерттеу алгоритмі. // *Вестник КазННТУ – технические науки*. №3 – 2020. – С.163-175.

6. Мазаков Т.Ж., Калимолдаев М.Н., Джомартова Ш.А., Бегалиева К.Б., Мазакова Ә.Т. Айырмашылық әдісімен шаршы қимасы бар өзектің жылу өткізгіштік теңдеуін шешу // *Вестник КазННТУ – серия «Физико-математические науки»*. №1 (77), 2022. – С.33-40.

7. Mazakova A.T., Begaliyeva K.B., Mazakov T.Zh., Jomartova Sh.A., Ziyatbekova G.Z. Solution of the Thermal Conductivity Equation of a rod with a Square section by casting to a system of ordinary differential equations // *New of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. al-Farabi Kazakh National University, Series Information Technology*, Алматы, NAS RK, 2022 – № 3 (343) – С.153-163

**Ғылыми конференцияларда:**

1. A Kudaykulov, A Tashev, M Arshidinova, K Begaliyeva Research of a thermo-stressed state of a core of variable section in the presence of a heat flux, thermal insulations and heat exchange // *The 16th INTERNATIONAL CONFERENCE INFORMATION TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT 2018 April 26-27, 2018, Information Systems Management Institute, Riga, Latvia*

2. Кудайкулов А., Ташев А., Аршидинова М., Бегалиева К.Б., Аскарова А., Энергетический метод решения нелинейной задачи термоупругости для

стержня переменного сечения // III Международная научно-практическая конференция, Украина, г. Переяслав-Хмельницкий, апрель 2018 г.

3. Бегалиева К.Б., Аршидинова М.Т., Кудайкулов А., Ташев А.А. Энергетический метод решения нелинейной задачи термоупругости для стержня переменного сечения //Материалы XIV Международной Азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем», ч.1., Кыргызская Республика, июль 2018 г. – С. 156

4. M Arshidinova, K Begaliyeva, Kudaykulov, A Tashev, Numerical Modeling Of Nonlinear Thermomechanical Processes In a Rod Of Variable Cross Section In The Presence Of Heat Flow, 2018 5th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE 2018), Zhengzhou, China July,2018

5. Anarbay Kudaykulov, Tashev Azat, Mukaddas Arshidinova and Kalamkas Begaliyeva POWER RESEARCH TECHNIQUE OF A THERMOMECHANICAL CONDITION OF A CORE OF RESTRICTED LENGTH, VARIABLE SECTION AT INFLUENCE OF HETEROGENEOUS TYPES OF SOURCES OF HEAT //1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICSuSaT-2018) 12-16 October 2018, ANTALYA-TURKEY

6. Бегалиева К.Б., Аршидинова М.Т., Кудайкулов А., Ташев А.А. Автоматизация исследования напряженного состояния стержня ограниченной длины при действии локального бокового теплового потока // Материалы научной конференции ИИВТ МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий», Алматы, 2019. – С.135-148.

7. Бегалиева К.Б., Аршидинова М.Т., Кудайкулов А., Ташев А.А. Разработка численного метода учета наличия локальных поверхностных теплообменов в стержнях переменного сечения // Материалы научной конференции ИИВТ МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий», Алматы, 2019. – С.201-210.

8. Әлиасқар М.С., Мазақова Ә.Т., Бегалиева К.Б., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А.. Сведение задачи исследования теплопроводности стержня к системе интегральных уравнений //VII Международная научная конференция «Информатика и прикладная математика» ИИВТ КН МНВО РК, октябрь 2022 – С. 26-32.

**Авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы куәліктер:**

1.Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне 2019 жылғы 19 ақпандағы №1845 от года «Automated system for investigation the thermophysical state of the rod – ASIR» енгізу туралы куәлік. Авторлар: Аршидинова М., Кудайкулов А., Ташев А., Бегалиева К.

2.Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне 2021 жылғы 7 желтоқсандағы №22212 "Айырымдық әдісімен қимасы квадрат болатын сырықтың жылу өткізгіштік теңдеуін шешу бағдарламаларының кешені"енгізу туралы куәлік. Авторлар: Мазаков Т.Ж., Калимолдаев М.Н., Джомартова Ш.А., Бегалиева К.Б., Мазакова Ә.Т.